

KOREAN PATENT ABSTRACTS (KR)

Patent Laid-Open Publication (A)

(51) IPC Code: B41J 2/16

(11) Publication No.: 10-2001-0084240

(21) Application No.: 10-2000-0009104

(73) Applicant: Samsung Electronics Co., Ltd.

(43) Publication Date: 6 September 2001

(22) Application Date: 24 February 2000

(54) Title of the Invention: Nozzle Assembly United with Monocrystalline Silicon
Wafer-Based Inkjet Print Head and Method of Manufacturing
the Same

(57) Abstract:

Provided are a nozzle assembly united with a monocrystalline silicon wafer-based inkjet print head, and a method of manufacturing the same using automatic batch alignment. The nozzle assembly is fabricated with a sheet of a monocrystalline silicon wafer, rather than a stacked substrate with several sheets of wafers, and automatic batch alignment in which a mask is made using anisotropic etching and a LOCOS process, thereby enabling mass production, reducing manufacture costs, and increasing the yield. Accordingly, it is possible to reduce align errors to several micron units using a general silicon photolithography process, and easily manufacture the nozzle assembly with reduced manufacture costs.

특2001-0084240

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
B41J 2/16

(11) 공개번호 특2001-0084240
(43) 공개일자 2001년09월06일

(21) 출원번호	10-2000-0009104
(22) 출원일자	2000년02월24일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 윤종용 경기 수원시 팔달구 매탄3동 416
(72) 발명자	이은성 대전광역시중구오류동삼성아파트28동409호 김현철 서울특별시서초구방배3동삼익아파트5동908호 오용수 경기도성남시분당구분당동셋별동성아파트206동307호 김성진 경기도성남시분당구정자동한일아파트306동1901호
(74) 대리인	이영필, 조혁근, 이해영

심사청구 : 없음

(54) 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 프린트헤드용 노즐 어셈블리 및 그 제작 방법

요약

본 발명은 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리 및 일괄 자동 정렬 공정에 의한 그 제작 방법을 기재한다. 본 발명에 따른 (100)면 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 잉크젯 프린트 헤드용 일체형 마이크로 유체 노즐 어셈블리는 기존의 여러 장의 웨이퍼 및 판을 사용하여 적층하던 복잡한 구조를 단순화하여 한 장의 (100)면 실리콘 단결정 웨이퍼를 이용하여 엇갈림이 없이 일체형으로 구현함으로써 대량생산을 가능케 하고, 더욱이 웨이퍼의 결정면을 이용한 이방성 에칭공정과 LOCOS 공정을 이용한 적절한 마스크 형성 공정 등을 이용하는 일괄 자동 정렬 공정으로 제작함으로써 웨이퍼의 수를 줄일 수 있다. 즉, 일반적인 실리콘 포토리소그래피 공정을 활용하여 이들의 얼라인 오차를 수 미크론 이하로 줄일 수 있을 뿐 만 아니라 복잡하지도 않고 경제성이 탁월하며 수율도 좋다.

도면도

도 11

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 및 도 1b는 각각 종래의 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리의 구조를 나타내는 단면도 및 분해 사시도,
도 2a 내지 도 2f는 또 다른 종래의 노즐 어셈블리(U.S. 3,921,916)의 적층 방법을 나타내는 도면들,
도 3 내지 도 5는 각각 종래의 마이크로 노즐 어셈블리의 다양한 형성 방법을 설명하는 도면들,
도 6a 및 도 6b는 종래의 실리콘 노즐 어셈블리의 형성 방법 중 노즐부 부착에 의한 형성 방법을 설명하는 도면,
도 7a 내지 도 7c는 종래의 실리콘 노즐 어셈블리의 형성 방법 중 노즐판 부착후 노즐을 형성하는 방법을 설명하는 도면,
도 8a 내지 도 8c는 단결정 실리콘 기판을 결정면을 이용하여 이방성 습식 에칭한 결과를 보여주는 도면들,
도 9는 건식 에칭 공정을 설명하는 도면,
도 10a 내지 도 10c는 단차 있는 구조의 실리콘 노즐 어셈블리를 포토리소그래피(Photolithography)법으로 에칭하는 방법을 공정 단계별로 보여주는 도면들,
도 11은 본 발명에 따른 (100)면 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리의 단면도,
도 12는 도 11의 일체형 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리의 개략적 사시도,

도 13a 내지 도 13s(s')는 도 11 및 도 12의 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리의 자동 정렬 공정에 의한 제작 방법을 공정 단계별로 보여주는 단면도들,
그리고 도 14a 및 도 14b는 각각 SOI 웨이퍼 및 에칭 정지층이 본딩된 웨이퍼를 사용하여 챔퍼를 형성하는 방법을 설명하는 도면들이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 10. 제1마스크 | 11. 개구부 |
| 12. 챔퍼 | 13, 13'. 측벽 보호용 마스크 |
| 14. 개구부 | 15. 노즐 원추부 |
| 16. 개구부 | 17. 노즐 배출구 |
| 400. 실리콘 기판 | 401. 노즐 |
| 402. 잉크 챔퍼 | 403. 압력챔버 |
| 404. 채널 | 405. 유로 |
| 501. 제1마스크(1st mask) | 502. 제2마스크(2nd mask) |
| 503. 제3마스크(3rd mask) | 504, 504'. 보호용 제4마스크 |
| 505. 제5마스크 | 506. 소수성 코팅막 |
| 511. 개구부 | 512. 개구부 |
| 513, 513', 513''. 개구부 | 514. 개구부 |
| 516. 개구부 | 517, 517'. 개구부 |
| 521. 포토레지스트 마스크 | |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리 및 일괄 자동 정렬 공정에 의한 그 제작 방법(Monolithic Micro Nozzle Assembly for ink-jet print head using Mono-crystalline Silicon wafer and Method for manufacturing the same by Self-aligned integrable formation process)에 관한 것이다.

도 1a는 유럽 특허 제 0 659 562 A2 호에 기재된 라미네이티드 잉크젯 기록 헤드(a laminated ink jet recording head)의 단면도이다. 도시된 바와 같이, 라미네이티드 잉크젯 기록 헤드는 기본적으로 노즐(100)이 형성된 노즐판(101), 3개의 커뮤니케이션홀 형성용 보드(201a, 201b, 201c), 압력 발생 챔버 형성용 보드(301) 및 진동판(400)이 순차로 겹쳐진(laminated) 구조로 되어 있다. 압력 발생 챔버(300)에는 잉크 저장 용기(800)에 저장된 잉크가 인입구(700)를 지나 저장 챔버(600a)에 일시 저장되었다가 잉크 주입구(600c) 및 커뮤니케이션홀(600b)을 통하여 채워지게 된다. 잉크 저장 용기(800)에는 외부의 잉크통으로부터 제공되는 잉크가 필터(900)를 통하여 유입된다. 진동판(400)에는 압전 진동자(500)가 부착되어 인가되는 전압 신호에 따라 압력 발생 챔버(300)에 채워진 잉크에 압력을 발생시키게 된다. 압력을 받은 잉크는 커뮤니케이션홀 홀들(200a, 200b, 200c)을 지나 노즐(100)을 통하여 토출된다. 이와 같은 구조의 라미네이티드 잉크젯 기록 헤드는 각 박판들을 따로 따로 제작하여 정렬 본딩(align-bonding)으로 제조하고 있다. 즉, 도 1b에 도시된 바와 같이, 각각의 박판을 가공하여 붙이는 매우 복잡한 공정을 선택하고 있다. 이는 공정에 많은 노하우가 필요하게 되며 경제성 및 그 수율이 매우 나쁘게 된다. 각각을 정렬하는 과정에서 정렬오차가 크게 된다. 특히, 도 1a에 도시된 'A' 영역과 같은 노즐 어셈블리 부분은 유체의 흐름에 대한 챔퍼 역할을 하는 부분과 노즐의 형성을 여러 크기의 박판의 적층으로 해결하고 있다. 이와 같이 유체의 유로 형성에서부터 유체 분사에 이르기 까지 직접 관계되는 노즐 어셈블리를 제작하는 기존의 방법은 각각의 구조물을 따로 따로 제작하여 적층하는 방법을 사용하므로 정렬오차로 인한 매끄럽지 못한 유체흐름 때문에 박판의 경계면은 유체의 흐름을 흐트러뜨린다.

이와 같은 노즐 어셈블리의 형성 방법은 도 2a 내지 도 2f 및 도 3 내지 도 5에 도시된 바와 같이 다양하다. 도 2a 내지 도 2f 및 도 3 내지 도 5에 도시된 예는 대표적인 것들로 이들은 모두 노즐부만 국한해서 형성시킬 수 있는 방법이고 챔퍼가 필요할 경우 적층하여야 한다. 물론 적층 방법도 큰 문제가 되며 경제성, 수율에 문제가 있다.

먼저, 도 2a 내지 도 2f는 US 3,921,916호에 기재된 노즐부 형성 방법으로, 도 2a 내지 도 2c에 도시된 바와 같이 선택적 부분 도핑을 한 후, 도 2d에 도시된 바와 같이 서로 반대면에서 습식에칭을 실시하여 도핑된 실리콘 만이 습식 에칭에 선택비를 가져 도 2e 및 도 2f에 도시된 바와 같은 노즐부를 형성한다. 이는 도핑 깊이에 한계가 있는 단점과 공정이 다소 복잡한 문제점이 있다.

도 3은 기계적 편칭에 의한 노즐 형성 방법으로 면이 매끄럽지 못하고 수율이 떨어지며 적층하는 방법에만 사용 가능하다.

도 4는 'Sensors and Actuators A 65 (1998) 221-227'에 기재된 노즐 형성 방법으로, 양면 정렬을 하여

시간 조절에 의한 습식에칭으로 노즐을 형성하는 방법을 나타낸다. 원래 습식에칭은 그 에칭 깊이와 패턴의 크기에 따라 노즐의 크기가 결정되므로 그 균일성에 문제가 있고 특히 시간 조절에 의한 공정 중단을 시도해야 하는 큰 단점이 있다.

도 5는 'G. Siewell et al., H.P. Journal, vol36, no.5, pp 33-37 (1985)'에 기재된 노즐 형성 방법으로, 도 a)에 도시된 바와 같이 포토레지스트 패턴으로 노즐부를 제외한 나머지 부분에 도 b)에 도시된 바와 같이 니켈 전기도금을 하여 도 c)에 도시된 바와 같이 떼어냄으로써 노즐을 형성한다. 이는 노즐 크기가 일반적으로 수 마이크로 이상 불균일하게 형성되고 노즐부의 경사각 조절도 어려우며 불균일하다.

도 6a와 도 6b 및 도 7a 내지 도 7d는 각각 실리콘으로 챔퍼 구조와 노즐 구조를 만든 후 적층하여 노즐 어셈블리를 제작하는 방법을 나타낸다. 전자는 도 6a에 도시된 바와 같은 챔퍼(21)가 형성된 벌크 실리콘(20)과 노즐(31)이 형성된 노즐판(30)을 부착함으로써 도 6b에 도시된 바와 같은 노즐 어셈블리를 형성한다. 후자는 도 7a에 도시된 바와 같이 벌크 실리콘(40)에 챔퍼(41) 구조를 형성한 후에, 도 7b에 도시된 바와 같이, 노즐판(50)을 구비하는 동시에 벌크 실리콘(40)에 형성된 챔퍼(41)의 측벽에 습식 마스크(42)를 증착하고, 도 7c에 도시된 바와 같이, 두 웨이퍼(40, 50)를 적층하여, 도 7d에 도시된 바와 같이, 챔퍼(41)에 대응하는 노즐판(50)에 습식 에칭을 실시하여 노즐(51)을 형성한다.

상기 두 방법 다 얇은 노즐판(30, 50)의 웨이퍼를 사용해야 하므로 취급상 파손이 쉬운점 등의 커다란 문제가 있다. 도 6a와 도 6b의 경우 적층시 정렬은 필수이다. 도 7a 내지 도 7d의 방법에서는 정렬이 필요가 없으나 웨이퍼 두 장이 필요하고 웨이퍼 취급상의 문제는 여전히 남는다.

도 8a 내지 도 8c는 실리콘 결정면을 이용한 습식 에칭법을 설명하는 도면이다. 여기서, 도 8a는 실리콘의 결정면을 나타내는 도면이다. TMAH 등 여러 습식 에칭액에 있어서 실리콘의 (111)면은 그 에칭 속도가 매우 느리다. 이로 말미암아 결정면에 따른 에칭 속도 때문에 (100)실리콘 웨이퍼의 에칭 양상은 도 8b나 도 8c에 도시된 바와 같이 나타난다.

도 9는 건식에칭 공정을 설명하는 도면이다. 도시된 바와 같이, 플라즈마를 이용한 건식에칭을 행하는 경우 벽면 코팅막 c의 두께가 코팅막 a의 두께 보다 두껍기 때문에 훨씬 더 건식에칭 공정으로 에칭하기 어렵다.

그리고 LOCOS(LOCAl Oxidation of Silicon)란 실리콘을 부분적으로 산화시키는 방법을 일컫는 말이다. 실리콘 열 산화막은 실리콘 원자가 고온에서 산소 원자를 만나 반응하여 실리콘 산화물인 SiO_2 를 생성하면서 산화막이 성장하여 형성된다. 따라서 아무리 고온에서라도 표면에 실리콘 원자가 노출되지 않으면 이 열산화막은 성장하지 않으므로 이런 원리로 부분적 산화를 할 수 있으며 이를 LOCOS라 한다. 일반적인 방법으로 질화막과 같은 열역학적으로 안정한 막을 실리콘에 입히고 이들이 실리콘 원자의 노출을 막고 또는 산소의 침입을 막아줌으로써 실리콘을 노출된 부분만 산화시킬 수 있다. 질화막을 패터닝하여 질화막과 부분 산화막의 연속을 만들 수 있다.

한편, 노즐 어셈블리를 구성하는 배출구 챔퍼(outlet damper)와 노즐은 유체의 흐름을 지정해주고 분사할 수 있도록 유체를 안내하는 역할을 한다. 노즐은 주로 도포 헤드의 분사구 및 밸브의 구조체 등으로 사용되고 배출구 챔퍼는 유체의 흐름의 방향성을 향상시킬 뿐 만 아니라 외압에 대한 챔퍼 역할을 해줌으로써 유체 분사의 보조 장치 역할을 하는 것이다.

이러한 노즐과 배출구 챔퍼를 구비한 노즐 어셈블리를 실리콘을 이용한 MEMS 공정의 차원에서 다단층(수십 마이크로 미상의 단차) 구조물로 형성할때 일반적으로 생각될 수 있는 방법이 도 10a 내지 도 10k에 도시되어 있다. 이들의 방법은 근본적으로 포토 리소그래피에 근본적인 문제가 있어서 SU-8(IBM; US 4,882,245 참조)과 같은 특수 PR을 사용하는 방법이 시도되고 있으나 여러 면에서 그 실용화에 따른 문제점 해결을 위한 마스크(masking) 방법이 될 수는 없다. 즉, 도 10a 및 도 10b는 각각 다단 구조의 어셈블리를 보여주는 기판의 단면도이고, 도 10c 및 도 10d는 각각 상기 다단 구조를 형성하기 위한 공정을 나타내는 도면이며, 도 10e 내지 도 10k는 각각 도 10a의 구조를 얻기 위해 다층 마스크를 이용하는 제작공정을 공정 단계별로 나타낸 단면도이다. 즉, 도 10a에 도시된 바와 같은 구조를 얻기 위해서는 먼저, 도 10e에 도시된 바와 같은 벌크 실리콘(80)을 구비하고, 그 위에 도 10f에 도시된 바와 같은 제1마스크(60)를 형성한 다음, 도 10g에 도시된 바와 같이 전면적으로 제2마스크막(70)을 도포한다. 다음에, 도 10h에 도시된 바와 같이 챔퍼 형성을 위한 개구부(71a)를 형성하고, 이 개구부(71a)를 통하여 도 10i에 도시된 바와 같이 챔퍼(75)를 형성한다. 다음에, 도 10j에 도시된 바와 같이, 벌크 실리콘(80) 상면에 존재하는 제2마스크막을 제거하고 벌크 실리콘(80)의 상면부를 에칭하여 도 10k에 도시된 바와 같은 구조를 얻는다. 이러한 구조의 노즐 어셈블리를 제작하기 위해서는 포토레지스트 도포에 치명적인 문제가 있다. 도 10c에 도시된 바와 같은 경우 포토레지스트 회전도포시 원심력에 의한 포토레지스트 도포의 불균일함이 있다. 도 10d에 도시된 바와 같은 경우, 포토레지스트 도포시 기포(5)가 형성되어 이들이 베이킹시 터져 코팅막이 깨지는 경우가 발생된다. 이런 경우, 도 10e 내지 도 10k에 도시된 바와 같이, 일반적인 다층 마스크를 쓰면 해결이 가능하지만 도 10b에 도시된 바와 같은 원추형의 구조를 얻기 위해선 다층 마스크를 이용할 수 없다. 이는 도 10b의 3rd pattern과 1st pattern/2nd pattern의 구조 에칭시 그 양상이 다르기 때문인데 3rd pattern을 얻을 때 1st pattern와 2nd pattern이 3rd pattern 에칭시 에칭 보호되어야 하고, 1st pattern / 2nd pattern에칭시 3rd pattern이 에칭 보호되어야 하는 이유에서다. 이런 점에서 도 10e 내지 도 10k의 다층 마스크를 이용한 공정으로는 이를 해결할 수 없다.

또한, 노즐과 같은 유체 분사구에는 친수성(hydro-philic)/소수성(hydro-phobic)의 표면처리가 필요하지만 기존의 방법(대부분 기계적인 방법)으로는 이 경계를 조절하기가 거의 불가능한 문제점이 있었다.

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하고자 창안한 것으로, 기존의 고비용 저효율의 복잡한 구조 및 제조 방법을 개선하기 위하여 단지 단결정 실리콘 웨이퍼 한장에 실리콘 반도체 공정과 MEMS 공정을 이용하여 모든 구조를 집적시킨 (100)면 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 마이크로 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리 및 일괄 자동 정렬 공정에 의한 그 제작 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 마이크로 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리는, 잉크통으로부터 유입되는 잉크를 각 헤드에 배분하여 공급하는 잉크 유로; 상기 유로에서 상기 각 헤드로 일정한 양의 잉크가 주입되도록 하는 채널; 상기 채널로부터 인입되는 상기 일정한 양의 잉크를 일시적으로 저장하고 이 저장된 잉크가 분출될 수 있도록 압력을 가하는 상기 각 헤드의 압력 챔버; 상기 압력 챔버로부터 잉크를 제공받아 노즐에 제공하는 상기 각 헤드의 댄퍼; 상기 댄퍼에 저장된 잉크를 토출하는 배출구와 상기 댄퍼에 저장된 잉크가 상기 댄퍼 내의 압력 보다 고압으로 상기 배출구로 인입되도록 유도하는 원추부로 이루어진 상기 각 헤드의 노즐들;을 구비한 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리에 있어서, 상기 유로, 채널, 압력챔버, 댄퍼 및 노즐의 원추부와 배출구가 순차로 연속적으로 배치되어 하나의 단결정 실리콘 기판에 의해 일체형으로 구성된 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 단결정 실리콘 기판은 (100)면 단결정 실리콘 기판인 것이 바람직하고, 상기 노즐들의 배출구 내면은 소수성을 갖도록 처리된 것이 바람직하다.

또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 마이크로 잉크젯 헤드용 노즐 어셈블리의 일괄 자동 정렬 공정에 의한 제작 방법은, 잉크통으로부터 유입되는 잉크를 각 헤드에 배분하여 공급하는 잉크 유로; 상기 유로에서 상기 각 헤드로 일정한 양의 잉크가 주입되도록 하는 채널; 상기 채널로부터 인입되는 상기 일정한 양의 잉크를 일시적으로 저장하고 이 저장된 잉크가 분출될 수 있도록 압력을 가하는 상기 각 헤드의 압력 챔버; 상기 압력 챔버로부터 잉크를 제공받아 노즐에 제공하는 상기 각 헤드의 댄퍼; 상기 댄퍼에 저장된 잉크를 토출하는 배출구와 상기 댄퍼에 저장된 잉크가 상기 댄퍼 내의 압력 보다 고압으로 상기 배출구로 인입되도록 유도하는 원추부로 이루어진 상기 각 헤드의 노즐들;을 구비한 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법에 있어서, (a) (100)면 단결정 실리콘 기판에 제1마스크를 증착하는 단계; (b) 상기 제1마스크를 국소적으로 에칭하여 상기 채널 형성을 개구부를 형성한 후, 제2마스크를 증착하는 단계; (c) 상기 제1마스크 및 제2마스크를 에칭하여 상기 압력챔버 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계; (d) 상기 압력챔버 형성을 위한 개구부에 의해 노출된 기판 상부 및 제2마스크 상의 전체에 제3마스크를 증착하는 단계; (e) 포토레지스트 마스크를 이용하여 상기 제3마스크를 선택적으로 에칭하여 상기 댄퍼 및 유로 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계; (f) 상기 댄퍼 형성을 위한 개구부를 통하여 상기 실리콘 기판에 댄퍼 형성을 위한 1차 딥 에칭을 실시하는 단계; (g) 상기 (e) 단계에서 형성된 유로 형성을 위하여 포토레지스트 마스크를 그대로 이용하여 상기 제3마스크의 개구부에 의해 노출된 상기 제2마스크 및 제1마스크를 에칭하여 유로 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계; (h) 상기 댄퍼 및 유로 형성을 위한 개구부를 통하여 상기 실리콘 기판에 2차 딥에칭을 실시하여 댄퍼를 완성하는 동시에 유로의 수직하방 에칭부를 형성하는 단계; (i) 상기 댄퍼 및 상기 유로의 수직하방에칭부의 측벽에 측벽 보호용 제4마스크를 증착하는 단계; (j) 상기 측벽 보호용 제4마스크에서 상기 댄퍼 및 유로 수직하방에칭부의 바닥면을 에칭하여 상기 노즐 원추부 및 상기 유로의 경사부 에칭용 개구부를 형성하는 단계; (k) 상기 노즐의 원추부 및 유로 경사부 형성을 위한 개구부를 통하여 TMAH(Tetra-Methyl Ammonium Hydroxide)로서 결정면에 따른 이방성 습식 에칭을 행하여 상기 노즐의 원추부 및 상기 유로의 경사부를 형성하는 단계; (l) 상기 노즐의 원추부 및 상기 유로의 경사부의 실리콘 노출면을 국소적으로 열산화시켜 제5마스크를 형성하는 단계; (m) 상기 제3마스크(질화막)를 국소적으로 제거하여 압력챔버 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계; (n) 상기 압력챔버 형성을 위한 제3차 실리콘 딥 에칭을 실시하는 단계; (o) 상기 제2마스크를 선택적으로 제거하여 상기 채널 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계; (p) 상기 채널 형성을 위한 개구부를 이용하여 상기 실리콘 기판에 제4차 딥에칭을 실시하는 단계; (q) 상기 실리콘 기판 배면에 형성된 상기 제2마스크 및 제1마스크를 포토레지스트 마스크를 이용한 건식에칭법으로 선택적으로 에칭하여 노즐 배출구를 형성하는 양면 정렬 개구부를 형성하는 단계; (r) 상기 양면정렬 개구부를 이용한 실리콘 기판 에칭 공정으로 상기 노즐 배출구를 형성한 다음 상기 포토레지스트 마스크를 제거하고 상기 노즐 배출구에 소수성 코팅막을 증착하는 단계; 및 (s) 상기 노즐 원추부의 상기 제5마스크의 막을 에칭하여 잉크 흐름이 이루어지도록 배출구를 판통시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 있어서, 상기 (a) 단계에서 상기 제1마스크로 열 산화막, 산화막, 질화막 중 어느 한 막을 사용하되, 상기 제1마스크로 금속막을 사용하고, 상기 제2,3,4, 5 마스크로 상기 금속막 보다 저온 증착이 가능한 TEOS, PECVD 질화막, 상기 금속막과 다른 금속 중 어느 한 물질로 증착하는 것이 바람직하고, 상기 (b) 단계에서 상기 제2마스크는 TEOS, 산화막, 질화막, 금속 중 어느 한 재료로 증착하며, 상기 (c) 단계에서 상기 압력챔버 형성을 위한 개구부는 $2800 \times 260 \mu\text{m}$ 크기로 형성하고, 상기 압력 챔버 형성을 위한 개구부의 모서리에는 $100 \mu\text{m}$ 의 곡률반경을 주며, 상기 (d) 단계에서 상기 제3마스크로 질화막, 산화막, 금속 중 어느 한 재료를 사용하며, 상기 (e) 단계에서 상기 제3마스크는 질화막으로 형성되어 건식에칭법으로 상기 개구부가 형성되며, 상기 (f) 단계에서 상기 댄퍼 형성을 위한 1차 딥 에칭은 ICP RIE를 이용하여 $150 \mu\text{m}$ 정도 깊이로 에칭하며, 상기 (g) 단계에서 상기 유로 형성을 위한 개구부는 건식 에칭법을 이용하여 형성되며, 상기 (h) 단계에서 상기 2차 딥에칭의 에칭 깊이는 $150 \mu\text{m}$ 로 하고, 이 경우 상기 댄퍼의 에칭 깊이는 $300 \mu\text{m}$ 로 형성하며, 상기 (i) 단계에서 상기 측벽 보호용 제4마스크로는 열산화막이 증착되거나, 혹은 다른 산화막 혹은 질화막이 사용되며, 상기 (i) 단계에서 상기 제3마스크로서 증착된 막의 성질 때문에 상기 측벽 보호용 제4마스크로서 열산화막을 국소적으로 형성할 수 없는 경우에는 상기 (i) 단계 대신에, (i') 단계로서, 전면적으로 측벽 보호용 제4마스크를 증착하는 단계;를 포함하되, 상기 (j) 단계에서 상기 노즐 원추부 및 상기 유로의 경사부 에칭용 개구부는 상기 (i') 단계에서 증착된 상기 제4마스크는 상기 제3마스크와 동일 물질로 형성되며 상기 제3마스크 및 상기 제4마스크 막간의 두께 차이에 따른 선택적 에칭으로 형성되며는 것이 바람직하며, 혹은 상기 (j) 단계에서 상기 노즐 원추부 및 상기 유로의 경사부 에칭용 개구부는 상기 제3마스크가 질화막으로 형성되고 상기 측벽 보호용 제4마스크가 열산화막으로 형성되어 상기 열산화막과 질화막의 이종 물질간 선택비에 따른 선택적 에칭으로 형성되며, 상기 (m) 단계에서 상기 제3마스크는 질화막으로 형성되어 상기 압력챔버 형성을 위한 개구부는 에칭액으로 인산을 사용하여 상기 실리콘 기판 전면의 질화막을 습식에칭법으로 제거하며, 상기 (n) 단계에서 상기 압력챔버 형성을 위한 제3차 실리콘 딥 에칭은 ICP RIE를 이용하여 $85 \mu\text{m}$ 정도의 깊이로 실시하며, 상기 (o) 단계에서 상기 제2마스크는 TEOS로 형성되고, 상기 채널 형성을 위한 개구부는 상기 제2마스크의 깊이 까지만

제거하며, 상기 (p) 단계에서 상기 제4차 딥 에칭은 ICP RIE를 이용하여 15 μ m의 깊이로 에칭하며, 상기 (q) 단계에서 상기 노즐 배출구를 형성용 양면 정렬 개구부는 직경 24 μ m로 형성되거나, 혹은 상기 (q) 단계 대신에 (q') 단계로서 상기 실리콘 기판 상면 및 측면의 모든 마스크를 벗겨 내고 그 노출면에 친수성 코팅막을 형성한 후, 상기 실리콘 기판 배면에 형성된 제2마스크 및 제1마스크를 국소적으로 에칭하여 노즐 배출구를 형성하기 위한 양면 정렬 개구부를 포토레지스트 마스크를 이용한 건식에칭법으로 형성하는 단계들을 포함하며, 상기 (r) 단계에서 상기 소수성 코팅막으로 테프론(Teflon) 계열의 막 혹은 C4F8/SF6/Ar 혼합 가스의 PECVD에 의한 유기막을 사용하는 것이 바람직하며, 상기 배출구의 길이는 상기 (k) 단계에서 상기 챔퍼 원추부의 습식에칭 깊이에 의해 결정된다.

이하 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리 및 일괄 자동 정렬 공정에 의한 그 제작 방법을 상세하게 설명한다.

결정면을 이용한 습식 에칭법과 LOCOS(Local Oxidation of Silicon) 공정을 이용하면, 실제로 도 11에 도시된 바와 같은 잉크젯 헤드용 일체형 노즐 어셈블리를 제작할 수 있다.

도 11 및 도 12는 각각 실시예로서 제작된 잉크젯 헤드용 일체형 노즐 어셈블리의 단면도 및 사시도이다. 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 잉크젯 헤드용 일체형 노즐 어셈블리는 실리콘 기판(400)에 노즐(401), 잉크 챔퍼(402), 압력챔버(403), 채널(404) 및 유로(405)를 구비한다. 여기서, 유로(405)는 잉크통(미도시)으로부터 각 노즐에 잉크가 공급될 수 있도록 하는 주요 통로(manifold)이고, 이 유로(405)에서 각 채널(404) 통하여 각 잉크젯 헤드 노즐로 잉크가 배분된다. 채널(404)을 통과한 잉크는 압력챔버(403) 및 챔퍼(402)에 저장되었다가 압력 챔버(403) 상면에 부착되는 진동판(미도시)의 압력에 의해 노즐(401)을 통하여 분출된다.

이러한 구조의 잉크젯 헤드용 일체형 노즐 어셈블리에 있어서, 노즐(401)의 원추부, 잉크 챔퍼(402), 압력 챔버(403) 등은 친수성(hydrophilic) 표면 처리가 되어야 잉크 재충전(refill)이 될 수 있고, 노즐의 배출구의 내벽면은 소수성(hydrophobic) 처리가 되어야 잉크 토출 시 잉크 드롭(drop)을 끊어 줄 수 있다. 실리콘의 경우 자체는 소수성 표면을 가지나 대기 중 장시간 방치 시 자연 산화막이 형성되면서 친수성 표면을 갖게 된다. 따라서, 친수성 표면 처리 보다는 소수성 표면 처리가 잉크젯 헤드 형성에 주요 공정이 된다. 도 13a 내지 도 13s를 참조하면서 그 제작 공정을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 도 13a에 도시된 바와 같이, (100)면 단결정 실리콘 기판(400)에 제1마스크(1st mask)(501)를 증착한다. 이 제1마스크(501)는 습식 또는 건식 실리콘 에칭 시 마스크 역할을 할 수 있는 재료를 사용한다. 예를들면, 열 산화막, 산화막, 질화막, 금속 등의 재료를 사용한다. 특히, 금속 막을 입히면 공정 완료 후 공융접합(Eutectic Bonding)으로 직접 넘어갈 수 있다. 이 경우, 금속에 영향을 주는 고온 공정이 동반되지 않도록 한다. 열 산화막과 같은 고온 박막 대신 TEOS 및 PECVD 질화막과 같은 저온 증착이 가능한 재료를 이용하거나 다른 금속류를 증착시킨다.

다음에, 도 13b에 도시된 바와 같이, 채널(channel) 형성용 패턴을 형성하기 위하여 제1마스크(501)를 에칭하여 개구부(511)를 형성한 후, 제2마스크(2nd mask)(502)를 증착한다. 이 제2마스크(502)도 습식 또는 건식 실리콘 에칭 시 마스크 역할을 할 수 있는 재료를 사용한다. 예를들면, TEOS, 산화막, 질화막, 금속 등을 사용한다.

다음에, 도 13c에 도시된 바와 같이, 압력챔버(Pressure Chamber) 형성을 위하여 제1마스크(501) 및 제2마스크(502)를 에칭하여 개구부(512)를 형성한다. 개구부(512)의 크기는 2800 * 260 μ m로 한다. 그리고, 모서리에는 100 μ m의 곡률반경을 주어 유체의 와류를 방지시켜 준다.

다음에, 도 13d에 도시된 바와 같이, 제3마스크(3rd mask)(503)를 증착한다. 이 제3마스크(503) 형성에도 습식 또는 건식 실리콘 에칭 시 마스크 역할을 할 수 있는 질화막, 산화막, 금속 등의 재료를 사용한다.

다음에, 도 13e에 도시된 바와 같이, 포토레지스트(PR: Photoresist) 마스크(521)를 이용하여 잉크 챔퍼(Outlet-Damper) 및 유로(Manifold)(주 유로)를 형성하기 위하여 제3마스크(503)를 에칭하여 개구부(513, 513')를 형성한다. 이 때, 도 13k의 공정에서 웨이퍼의 각도에 따른 이방성 에칭이 이루어지므로 이에 대한 고려가 있어야 한다. 예를들면, 챔퍼 형성을 위한 개구부(513)는 원형 모양으로 에칭되며, 유로 형성을 위한 개구부(513')는 각을 잡을 필요가 없고 유체 해석도 용이하며, 질화막 에칭은 건식 식각법을 이용한다.

다음에, 도 13f에 도시된 바와 같이, 챔퍼(Outlet-Damper)(402) 형성을 위한 실리콘 딥 에칭(deep etching)을 실시한다. 도 11에서 c-d로 표시되는 깊이로 에칭한다. 실제로, ICP RIE를 이용하여 150 μ m 정도 깊이로 에칭한다.

다음에, 도 13g에 도시된 바와 같이, 유로(Manifold)(주 유로) 형성을 위하여 포토레지스트 마스크(521)를 그대로 이용하여 제2마스크(502) 및 제1마스크(501)를 에칭하여 개구부(513')를 형성하여 유로 형성을 위한 실리콘 기판 영역을 노출시킨다. 이 유로는 잉크 배분용 주 유로로서 이용되며 크기는 그 spec.에서 클수록 좋다. 개구부(513')는 건식 에칭법을 이용하여 형성된다.

다음에, 도 13h에 도시된 바와 같이, 유로(Manifold)(405) 형성을 위하여 실리콘 기판에 딥에칭(deep etching)을 실시한다. 에칭 깊이(도 11의 d)는 약 150 μ m로 한다. 챔퍼(Outlet-Damper)(402)의 에칭 깊이(도 11의 c)는 300 μ m로 형성된다. 이 때, 에칭속도가 문제가 되는 경우 도 14a 및 도 14b에 도시된 바와 같은 에칭 정지층이 있는 웨이퍼(SOI or Bonded wafer)를 이용하면 동일한 효과를 얻을 수 있다. 하지만 추가 비용이 많이 들어가는 단점이 있다. 한장의 웨이퍼로 챔퍼 구조를 형성할 경우는 에칭 균일성이 좋아야 노즐의 형성에도 균일성을 갖게 되므로 ICP RIE를 이용하여 에칭 균일성을 얻음으로써 한장의 웨이퍼로 위의 구조를 구현하기 쉽게 된다.

다음에, 도 13i에 도시된 바와 같이, 측벽 보호용 제4마스크(504)를 증착한다. 이 측벽 보호용 제4마스크(504)는 도 13k에 도시된 바와 같은 노즐부 습식에칭 공정시 습식 에칭에 대해 마스크 역할을 한다. 이 측벽 보호용 제4마스크로는 열산화막이 증착되거나, 기타 산화막, 질화막 등이 사용된다. 제3마스크(503)로서 증착된 막의 성질 때문에 측벽 보호용 제4마스크(504)로서 열산화막을 국소적으로 형성할

수 없는 경우에는, 도 13ia에 도시된 바와 같이, 전면적으로 측벽 보호용 제4마스크(504')를 증착한다. 즉, 이 경우는 제3마스크(503)를 질화막으로 증착하고 측벽 보호용 제4마스크(504)로서 열 산화막을 국소적으로 형성하는 LOCOS 현상이 발생되지 않는 경우에는 전면적으로 산화막이나 질화막을 측벽 보호막으로 증착함을 의미한다. 예를들면, 제3마스크(503)로 질화막을 입히고 이에 대해 측벽 보호용 마스크(504')로서 열 산화막이 아닌 다른 산화막이나 질화막을 증착하는 경우이다.

다음에, 도 13j에 도시된 바와 같이, 다음 도 13k의 노즐부 습식에칭 공정에서 습식 에칭이 이루어질 부분에 대한 바닥면의 제4마스크(504, 504')를 에칭하여 개구부(514)를 형성한다. 이러한 깊은 곳에 대한 에칭 공정에는 이방성 에칭이 우수한 건식 에칭 장비를 이용한다. 이 때, 도 13i의 제4마스크(504)의 경우는 이중 물질간(산화막 vs 질화막)의 선택비에 따른 선택적 에칭으로 개구부(514)가 이루어지며, 도 13ia의 제4마스크(504')의 경우는 막간 두께차이에 따른 선택적 에칭으로 개구부(514)가 형성되며 도 13k의 노즐부 형성 공정시 선택적으로 습식 에칭된다. 실시에는 도 13i에 도시된 바와 같은 공정을 따른다.

다음에, 도 13k에 도시된 바와 같이, 노즐의 원추부(514') 및 유로의 경사부를 형성하기 위하여 앞의 공정에서 개구된 영역에 에천트로 TMAH(Tetra-Methyl Ammonium Hydroxide)를 사용하여 습식 에칭을 행한다. 이러한 습식 에칭 공정은 실리콘 결정 방향에 따른 이방성 에칭으로 노즐의 원추부 모양이 에칭되고, 유로 영역 역시 경사지게 에칭된다. 특히, 이 덤퍼 원추부의 습식 에칭 깊이에 의해 다음에 형성되는 노즐 배출구의 길이가 결정된다.

다음에, 도 13l에 도시된 바와 같이, 앞서의 에칭 공정으로 노출된 실리콘면을 국소적으로 열산화시켜 제5마스크(505)를 형성한다(LOCOS 공정이용). 이 제5마스크(505)는 도 13n의 공정과 도 13p의 공정시 마스크 역할을 함으로써 노즐의 모양을 유지시켜주는 역할을 한다. 이 에칭 공정들에서 질화막에 대한 열산화막의 LOCOS 현상으로 생긴 열산화막이 노즐 부분만을 마스크한다.

다음에, 도 13m에 도시된 바와 같이, 제3마스크(503)(질화막)을 국소적으로 제거하여 압력챔버(Pressure Chamber) 형성을 위한 개구부(515)를 형성한다. 이 때, 에천트로 인산을 사용하여 웨이퍼 전면의 질화막을 습식에칭법으로 제거한다.

다음에, 도 13n에 도시된 바와 같이, 압력챔버(Pressure Chamber)(403) 형성을 위한 실리콘 딥 에칭(deep etching)을 실시한다. 에칭 깊이는 도 11에서 b-a의 깊이로 한다. 즉, ICP RIE를 이용하여 85 μ m 정도의 깊이로 에칭한다.

다음에, 도 13o에 도시된 바와 같이, 제2마스크(2nd mask; TEOS)(502)를 국소적으로 제거하여 채널(channel) 형성을 위한 개구부(516)를 형성한다. 개구부(516)는 건식 에칭법으로 제2마스크(TEOS) 두께 만큼만 제거한다.

다음에, 도 13p에 도시된 바와 같이, 개구부(516)를 이용하여 채널(Restrictor)(404) 형성을 위한 실리콘 딥에칭(deep etching)(도 11에서 깊이 a로)을 실시한다. 즉, ICP RIE를 이용하여 15 μ m 정도의 깊이로 에칭한다.

다음에, 도 13q에 도시된 바와 같이, 기판 배면(Back-side)에 형성된 제2마스크(502) 및 제1마스크(501)를 포토레지스트 마스크(PR)에 의한 국소적으로 에칭하여 노즐의 배출구를 형성하기 위한 양면 정렬 개구부(517)를 건식에칭법으로 형성한다. 이 개구부(517)의 크기에 따라 노즐의 배출구 크기가 결정된다. 즉, 이 개구 공정에서는 건식 에칭법으로 직경 24 μ m의 노즐 배출구 형성을 위한 개구부로 제2마스크(2nd mask; TEOS)와 제1마스크(1st mask; 열 산화막)를 연속적으로 에칭한다. 또한, 상기와는 달리 도 13qa에 도시된 바와 같이, 모든 마스크 재료를 벗겨 내고 잉크 재충전(refill)을 위해 친수성 코팅을 한 후, 기판 배면(Back-side)에 형성된 제2마스크 및 제1마스크를 국소적으로 에칭하여 노즐 배출구를 형성하기 위한 양면 정렬 개구부(517')를 포토레지스트 마스크(PR)를 이용한 건식에칭법으로 형성한다. 즉, 친수성 코팅막으로 열 산화막을 증착하고, 직경 24 μ m의 노즐 배출구 직경에 대응하는 직경의 개구부를 형성한다. 이는 반도체 공정을 활용하여 크기에 대한 spec.이 매우 균일하고 정확하다.

다음에, 도 13r에 도시된 바와 같이, 개구부(517)를 이용하여 실리콘을 에칭함으로써 노즐 배출구(401a)를 형성한다. 그리고, PR 마스크를 제거한 다음 세척 후 소수성 코팅막(506)의 증착을 실시한다. 잉크의 분사 시 노즐의 배출구(401a)에서는 잉크의 젖음(wetting)이 없어야 하고, 잉크 드롭(drop)에 대해 끊어 줄 수 있는 소수성 표면처리가 필요하다. 실제로, 실리콘 에칭 깊이는 24 μ m 정도로 에칭함으로써 노즐 배출구 쪽에는 제5마스크(505)의 막에 의해서만 막혀 있게 된다. 소수성 코팅막(506)으로는 테프론(Teflon) 계열 및 C4F8/SF6/Ar 혼합 가스의 PECVD에 의한 유기막을 사용한다. 도 13ra에 도시된 공정은 도 13qa에 도시된 공정의 연속으로 도 13r의 공정과 동일한 공정으로 이루어진다. 이 도 13r 및 도 13ra 공정에서는 소수성 코팅의 경계를 분명하게 조절할 수 있고 일괄 공정으로 제작 가능성이 주효하다.

다음에, 도 13sa에 도시된 바와 같이, 노즐 원추부(401b)의 제5마스크(505)의 막을 습식 혹은 건식 에칭법을 이용하여 에칭함으로써 잉크 흐름이 이루어지도록 배출구(401a)를 관통시킨다. 이 때, 소수성 코팅막(506)은 유지되어야 하며, 유로에 대한 친수성 코팅은 자연 산화막으로 대체 할 수 있다. 실제로, 제5마스크(505) 막의 제거시 노즐 쪽에서 에칭하는 경우는 친수성 코팅 막에 대한 고려가 필요없으나 반대 방향으로의 에칭 시에는 친수성 코팅 막도 제거되는데 이는 간단한 친수성 처리로도 자연산화막이 형성되어 친수성 처리에 문제가 없다. 도 13sa에 도시된 공정은 도 13ra에 도시된 공정의 연장으로 도 13s에 도시된 공정과 동일하다.

이상과 같은 도 13a 내지 도 13s 혹은 도 13a 내지 도 13sa에 제시된 공정들은 (100)면 실리콘 웨이퍼를 사용하여 덤퍼, 노즐, 채널, 잉크 유로 및 잉크 챔버의 형성을 한 웨이퍼 상에 연속공정으로 구조체를 제조하는 방법을 제안하는 것으로 구조의 스펙이 수 미크론 이하로 정확하고 두 개체가 정렬이 자동정렬 될 수 있음을 보여 준다. 이에 다단층 구조물을 형성하기 위해 수 미크론 이하의 다중 마스크(multiple mask)를 이용하면 수십 수백 미크론의 단차를 극복해야 하는 포토리소그래피 공정의 문제를 단지 수 미크론 이내의 표면 단차의 문제로 해결하고 보다 정확한 구조물을 형성할 수 있게 될 뿐만 아니라 공정을 단순화 시킬 수 있다. 하지만 일반적인 다중 마스크를 이용할 경우 이 제안에서 소개된 노즐처럼 에칭 양상이 다른(결정방향에 따른 이방성 에칭 등) 구조물 에칭이 필요로 하는 공정에는 단순한 다중 마스크 방법

은 적용할 수가 없다. 도 13a 내지 도 13s(혹은 도 13sa)에 도시된 바와 같이, LOCOS(Local Oxidation of Silicon) 현상은 수백 미크론 단차로 에칭 양상이 다른 복잡한 구조물을 보호하는 패터닝으로 노즐 형상을 포함한 구조 에칭을 할 수 있는 유일한 마스크(masking) 방법이 될 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 단결정 실리콘 웨이퍼를 이용한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리는 기존의 여러 장의 웨이퍼 및 판을 사용하여 적층하던 복잡한 구조를 단순화하여 한 장의 (100)면 실리콘 단결정 웨이퍼를 이용하여 엇갈림이 없이 일체형으로 구현함으로써 대량생산을 가능케 하고, 더욱이 웨이퍼의 결정면을 이용한 이방성 에칭공정과 LOCOS 공정을 이용한 적절한 마스크 형성 공정 등을 이용하는 일괄 자동 정렬 공정으로 제작함으로써 웨이퍼의 수를 줄일 수 있다. 즉, 일반적인 실리콘 포토리소그래피 공정을 활용하여 이들의 얼라인 오차를 수 미크론 이하로 줄일 수 있을 뿐 만 아니라 복잡하지도 않고 경제성이 탁월하며 수율도 좋다. 특히, 양면 정렬로 웨이퍼(기판)의 배면에서 에칭하여 노즐 크기를 서브 미크론(sub-micron) 이하로 뚫을 수 있고, 표면 처리의 경계를 명확히 구분짓게 할 수 있다. 또한, 실리콘의 반도체 공정기술을 이용함으로써 대량 생산 뿐 만 아니라 핵심 노즐의 집적화도 가능하게 되고 친수/소수성 표면처리의 효과도 용이하게 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1. 잉크통으로부터 유입되는 잉크를 각 헤드에 배분하여 공급하는 잉크 유로;

상기 유로에서 상기 각 헤드로 일정한 양의 잉크가 주입되도록 하는 채널;

상기 채널로부터 인입되는 상기 일정한 양의 잉크를 일시적으로 저장하고 이 저장된 잉크가 분출될 수 있도록 압력을 가하는 상기 각 헤드의 압력 챔버;

상기 압력 챔버로부터 잉크를 제공받아 노즐에 제공하는 상기 각 헤드의 댄퍼;

상기 댄퍼에 저장된 잉크를 토출하는 배출구와 상기 댄퍼에 저장된 잉크가 상기 댄퍼 내의 압력 보다 고압으로 상기 배출구로 인입되도록 유도하는 원추부로 이루어진 상기 각 헤드의 노즐들;을 구비한 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리에 있어서,

상기 유로, 채널, 압력챔버, 댄퍼 및 노즐의 원추부와 배출구가 순차로 연속적으로 배치되어 하나의 단결정 실리콘 기판에 의해 일체형으로 구성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리.

청구항 2. 제1항에 있어서,

상기 단결정 실리콘 기판은 (100)면 단결정 실리콘 기판인 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리.

청구항 3. 제1항에 있어서,

상기 노즐들의 배출구 내면은 소수성을 갖도록 처리된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리.

청구항 4. 잉크통으로부터 유입되는 잉크를 각 헤드에 배분하여 공급하는 잉크 유로; 상기 유로에서 상기 각 헤드로 일정한 양의 잉크가 주입되도록 하는 채널; 상기 채널로부터 인입되는 상기 일정한 양의 잉크를 일시적으로 저장하고 이 저장된 잉크가 분출될 수 있도록 압력을 가하는 상기 각 헤드의 압력 챔버; 상기 압력 챔버로부터 잉크를 제공받아 노즐에 제공하는 상기 각 헤드의 댄퍼; 상기 댄퍼에 저장된 잉크를 토출하는 배출구와 상기 댄퍼에 저장된 잉크가 상기 댄퍼 내의 압력 보다 고압으로 상기 배출구로 인입되도록 유도하는 원추부로 이루어진 상기 각 헤드의 노즐들;을 구비한 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법에 있어서,

(a) (100)면 단결정 실리콘 기판에 제1마스크를 증착하는 단계;

(b) 상기 제1마스크를 국소적으로 에칭하여 상기 채널 형성을 개구부를 형성한 후, 제2마스크를 증착하는 단계;

(c) 상기 제1마스크 및 제2마스크를 에칭하여 상기 압력챔버 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계;

(d) 상기 압력챔버 형성을 위한 개구부에 의해 노출된 기판 상부 및 제2마스크 상의 전체에 제3마스크를 증착하는 단계;

(e) 포토레지스트 마스크를 이용하여 상기 제3마스크를 선택적으로 에칭하여 상기 댄퍼 및 유로 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계;

(f) 상기 댄퍼 형성을 위한 개구부를 통하여 상기 실리콘 기판에 댄퍼 형성을 위한 1차 딥 에칭을 실시하는 단계;

(g) 상기 (e) 단계에서 형성된 유로 형성을 위하여 포토레지스트 마스크를 그대로 이용하여 상기 제3마스크의 개구부에 의해 노출된 상기 제2마스크 및 제1마스크를 에칭하여 유로 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계;

(h) 상기 댄퍼 및 유로 형성을 위한 개구부를 통하여 상기 실리콘 기판에 2차 딥에칭을 실시하여 댄퍼를 완성하는 동시에 유로의 수직하방 에칭부를 형성하는 단계;

(i) 상기 댄퍼 및 상기 유로의 수직하방에칭부의 측벽에 측벽 보호용 제4마스크를 증착하는 단계;

(j) 상기 측벽 보호용 제4마스크에서 상기 댄퍼 및 유로 수직하방에칭부의 바닥면을 에칭하여 상기 노즐

원추부 및 상기 유로의 경사부 에칭용개구부를 형성하는 단계;

(k) 상기 노즐의 원추부 및 유로 경사부 형성용 개구부를 통하여 TMAH(Tetra-Methyl Ammonium Hydroxide)로서 결정면에 따른 이방성 습식 에칭을 행하여 상기 노즐의 원추부 및 상기 유로의 경사부를 형성하는 단계;

(l) 상기 노즐의 원추부 및 상기 유로의 경사부의 실리콘 노출면을 국소적으로 열산화시켜 제5마스크를 형성하는 단계;

(m) 상기 제3마스크를 국소적으로 제거하여 압력챔버 형성용 개구부를 형성하는 단계;

(n) 상기 압력챔버 형성을 위한 제3차 실리콘 딥 에칭을 실시하는 단계;

(o) 상기 제2마스크를 선택적으로 제거하여 상기 채널 형성을 위한 개구부를 형성하는 단계;

(p) 상기 채널 형성용 개구부를 이용하여 상기 실리콘 기판에 제4차 딥에칭을 실시하는 단계;

(q) 상기 실리콘 기판 배면에 형성된 상기 제2마스크 및 제1마스크를 포토레지스트 마스크를 이용한 건식 에칭법으로 선택적으로 에칭하여 노즐 배출구를 형성을 위한 양면 정렬 개구부를 형성하는 단계;

(r) 상기 양면정렬 개구부를 이용한 실리콘 기판 에칭 공정으로 상기 노즐 배출구를 형성한 다음 상기 포토레지스트 마스크를 제거하고 상기 노즐 배출구에 소수성 코팅막을 증착하는 단계; 및

(s) 상기 노즐 원추부의 상기 제5마스크의 막을 에칭하여 잉크 흐름이 이루어지도록 배출구를 관통시키는 단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 5. 제4항에 있어서,

상기 (a) 단계에서 상기 제1마스크로 열 산화막, 산화막, 질화막 중 어느 한 막을 사용하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 6. 제4항에 있어서,

상기 (a) 단계에서 상기 제1마스크로 금속막을 사용하고, 상기 제2,3,4, 5 마스크로 상기 금속막 보다 저온 증착이 가능한 TEOS, PECVD 질화막, 상기 금속막과 다른 금속 중 어느 한 물질로 증착하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 7. 제4항에 있어서,

상기 (b) 단계에서 상기 제2마스크는 TEOS, 산화막, 질화막, 금속 중 어느 한 재료로 증착하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 8. 제4항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 압력챔버 형성용 개구부는 $2800 \times 260 \mu\text{m}$ 크기로 형성하고, 상기 압력 챔버 형성용 개구부의 모서리에는 $100 \mu\text{m}$ 의 곡률반경을 준 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 9. 제4항에 있어서,

상기 (d) 단계에서 상기 제3마스크로 질화막, 산화막, 금속 중 어느 한 재료를 사용하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 10. 제4항에 있어서,

상기 (e) 단계에서 상기 제3마스크는 질화막으로 형성되어 건식에칭법으로 상기 개구부가 형성되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 11. 제4항에 있어서,

상기 (f) 단계에서 상기 챔퍼 형성을 위한 1차 딥 에칭은 ICP RIE를 이용하여 $150 \mu\text{m}$ 정도 깊이로 에칭하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 12. 제4항에 있어서,

상기 (g) 단계에서

상기 (e) 단계에서 상기 유로 형성을 위한 개구부는 건식 에칭법을 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 13. 제4항에 있어서,

상기 (h) 단계에서 상기 2차 딥에칭의 에칭 깊이는 $150 \mu\text{m}$ 로 하고, 이 경우 상기 챔퍼의 에칭 깊이는 $300 \mu\text{m}$ 로 형성하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 14. 제4항에 있어서,

상기 (i) 단계에서 상기 측벽 보호용 제4마스크로는 열산화막이 증착되거나, 혹은 다른 산화막 혹은 질화막이 사용되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈

블리의 제작 방법.

청구항 15. 제4항에 있어서,

상기 (i) 단계에서 상기 제3마스크로서 증착된 막의 성질 때문에 상기 측벽 보호용 제4마스크로서 열산화막을 국소적으로 형성할 수 없는 경우에, 상기 (i) 단계 대신에, (i') 단계로서, 전면적으로 측벽 보호용 제4마스크를 증착하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 16. 제15항에 있어서,

상기 (j) 단계에서 상기 노즐 원추부 및 상기 유로의 경사부 에칭용 개구부는 상기 (i') 단계에서 증착된 상기 제4마스크는 상기 제3마스크와 동일 물질로 형성되어 상기 제3마스크 및 상기 제4마스크 막간의 두께 차이에 따른 선택적 에칭으로 형성되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 17. 제4항에 있어서,

상기 (j) 단계에서 상기 노즐 원추부 및 상기 유로의 경사부 에칭용 개구부는 상기 제3마스크가 질화막으로 형성되고 상기 측벽 보호용 제4마스크가 열산화막으로 형성되어 상기 열산화막과 질화막의 미증 물질간 선택비에 따른 선택적 에칭으로 형성되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 18. 제4항에 있어서,

상기 (m) 단계에서 상기 제3마스크는 질화막으로 형성되어 상기 압력챔버 형성을 개구부는 에칭액으로 인산을 사용하여 상기 실리콘 기판 전면의 질화막을 습식에칭법으로 제거하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 19. 제4항에 있어서,

상기 (n) 단계에서 상기 압력챔버 형성을 위한 제3차 실리콘 딥 에칭은 ICP RIE를 이용하여 85 μ m 정도의 깊이로 실시하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 20. 제4항에 있어서,

상기 (o) 단계에서 상기 제2마스크는 TEOS로 형성되고, 상기 채널 형성을 개구부는 상기 제2마스크의 깊이까지만 제거하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 21. 제4항에 있어서,

상기 (p) 단계에서 상기 제4차 딥 에칭은 ICP RIE를 이용하여 15 μ m의 깊이로 에칭하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 22. 제4항에 있어서,

상기 (q) 단계에서 상기 노즐 배출구를 형성용 양면 정렬 개구부는 직경 24 μ m로 형성되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 23. 제4항에 있어서,

상기 (q) 단계 대신에 (q') 단계로서 상기 실리콘 기판 상면 및 측면의 모든 마스크를 벗겨 내고 그 노출면에 친수성 코팅막을 형성한 후, 상기 실리콘 기판 배면에 형성된 제2마스크 및 제1마스크를 국소적으로 에칭하여 노즐 배출구를 형성하기 위한 양면 정렬 개구부를 포토레지스트 마스크를 이용한 건식에칭법으로 형성하는 단계;를

포함하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 24. 제23항에 있어서,

상기 (q') 단계에서 상기 친수성 코팅막으로 열 산화막을 증착하고, 상기 양면 정렬 개구부의 직경을 24 μ m로 형성하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 25. 제4항, 제22항, 제23항 및 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

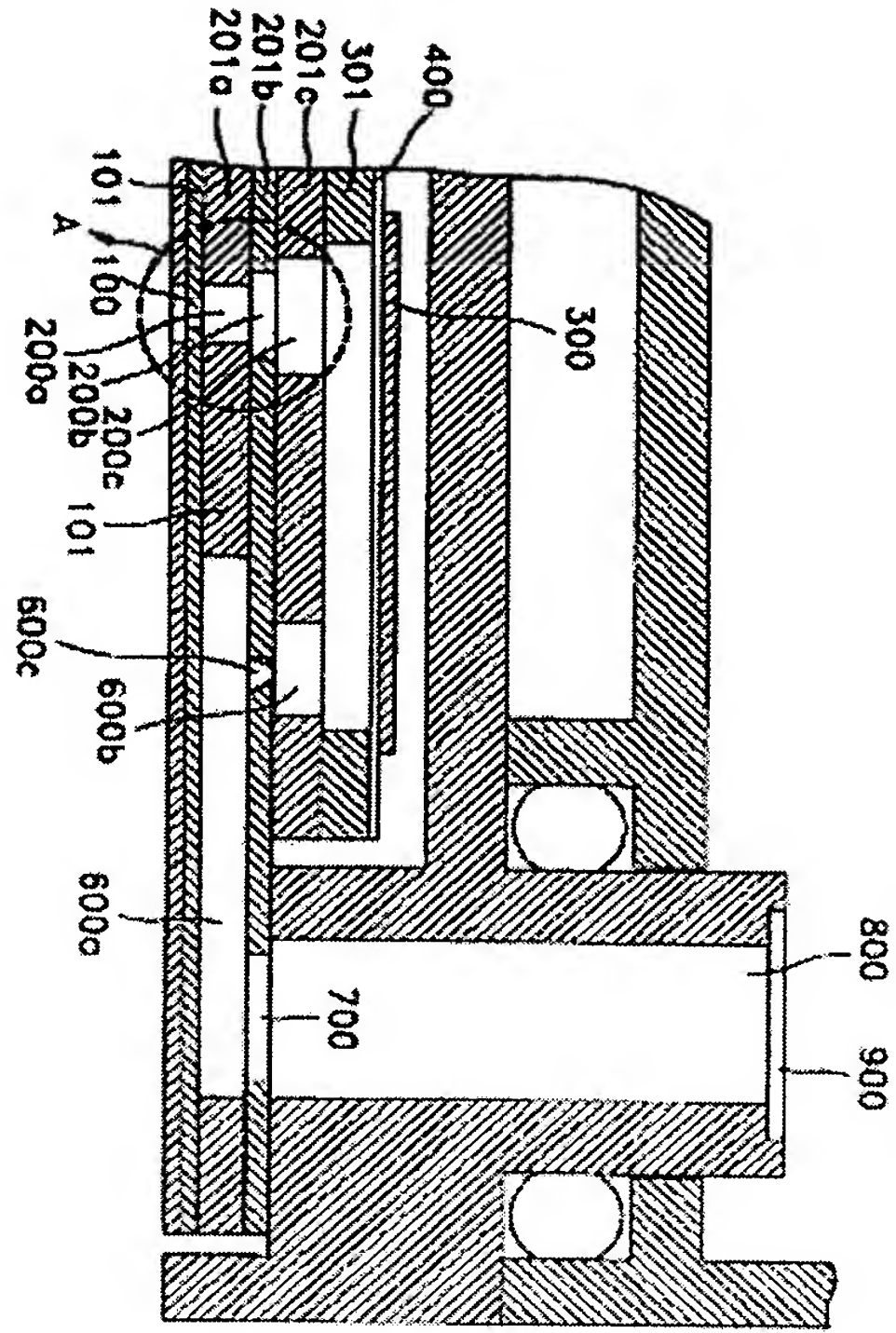
상기 (r) 단계에서 상기 소수성 코팅막으로 테프론(Teflon) 계열의 막 혹은 C₄F₈/SF₆/Ar 혼합 가스의 PECVD에 의한 유기막을 사용하는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

청구항 26. 제4항에 있어서,

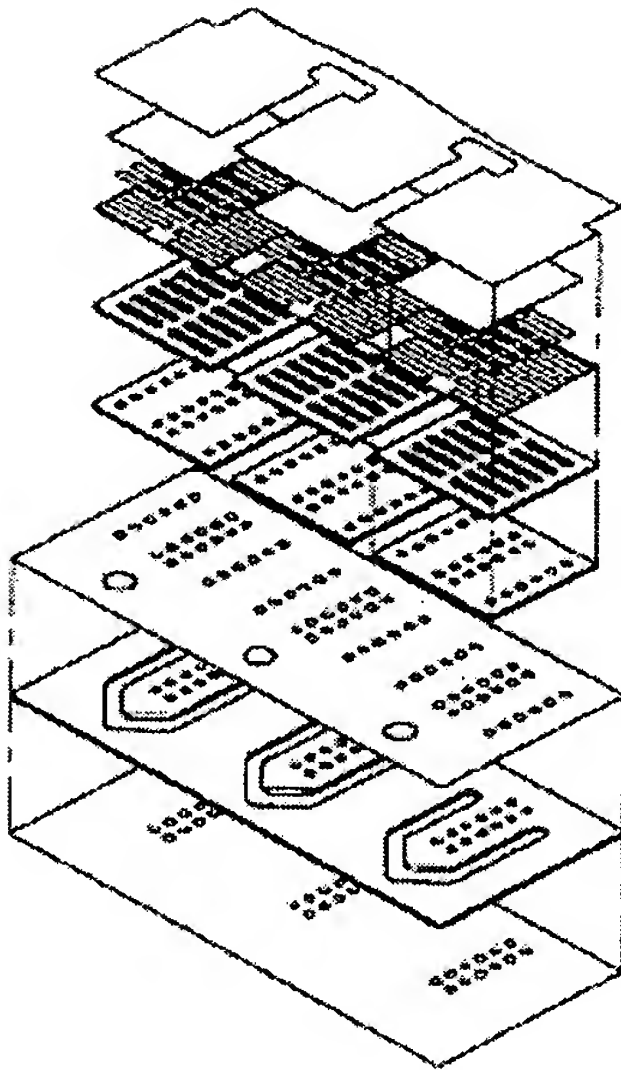
상기 노즐 배출구의 길이는 상기 (k) 단계에서 상기 댄퍼 원추부의 습식에칭 깊이에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 일괄 자동 정렬 공정에 의한 일체형 잉크젯 프린트 헤드용 노즐 어셈블리의 제작 방법.

도면

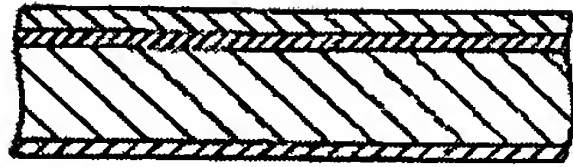
도 1a



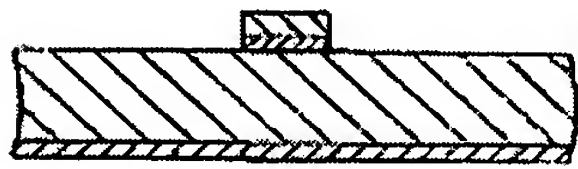
도 1b



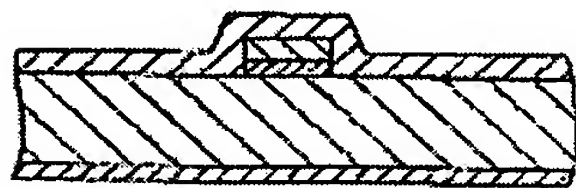
도 2a



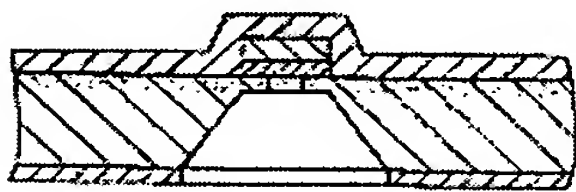
도 2b



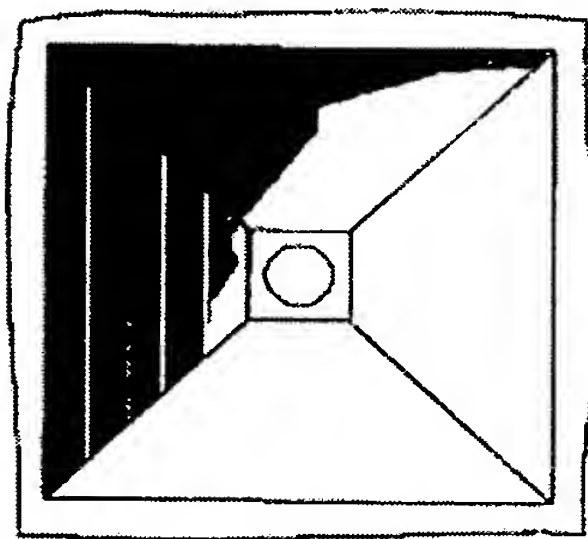
도 2c



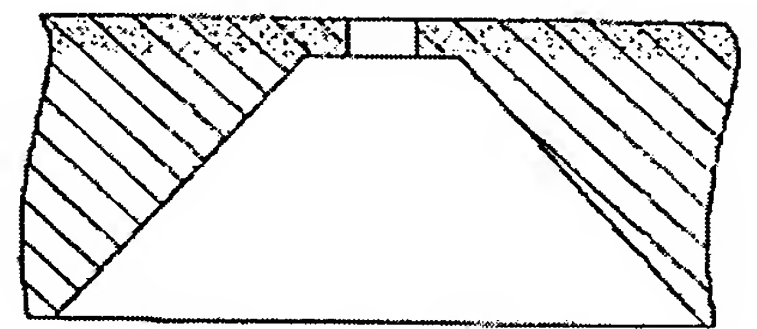
도 2d



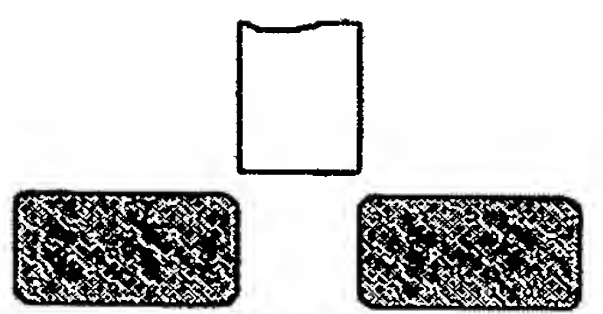
도 2e



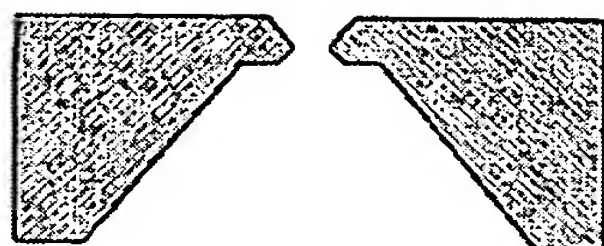
도 2f



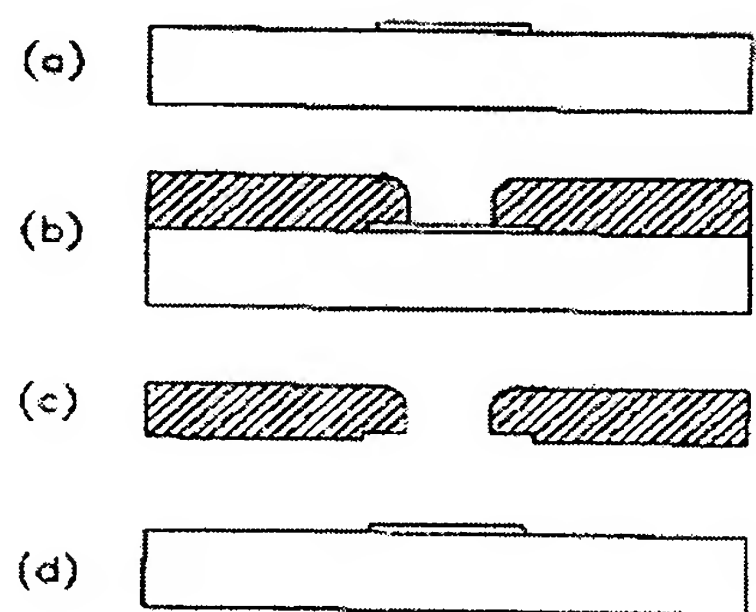
도 23



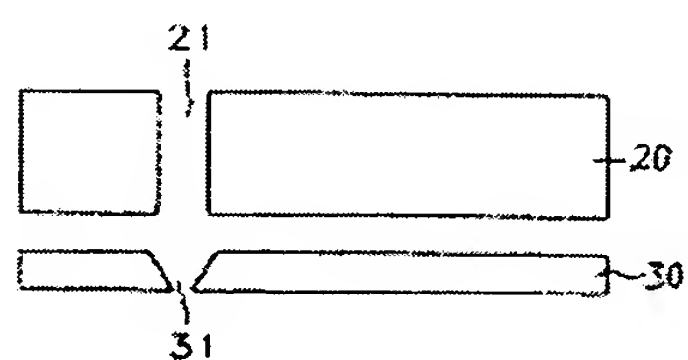
도 24



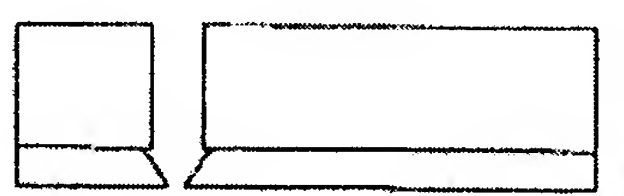
도 25



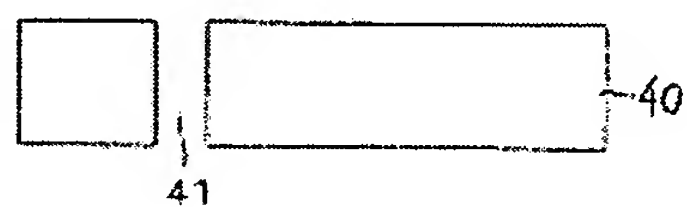
도 26a



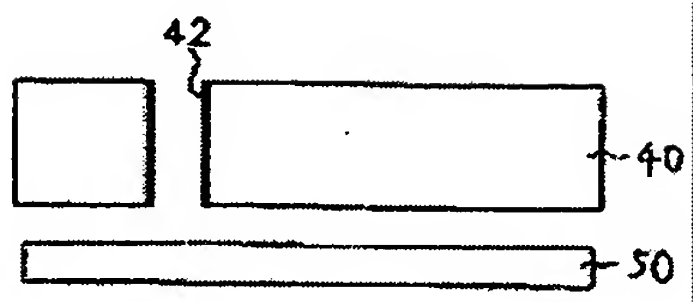
도 26b



도 27a



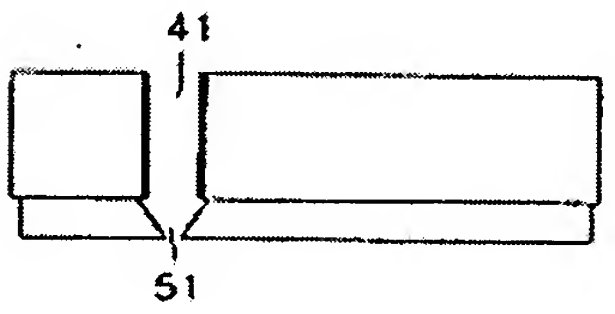
도면7b



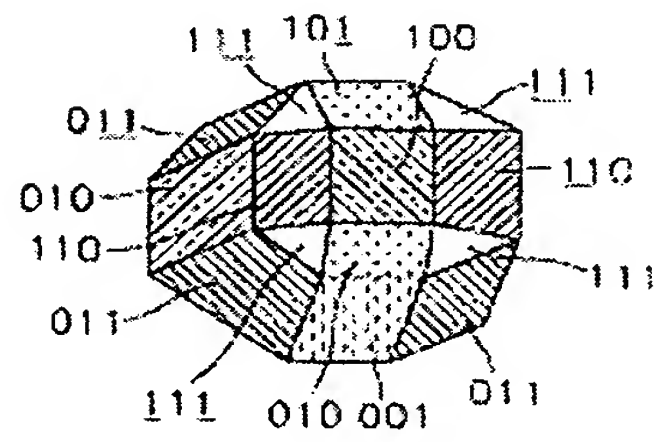
도면7c



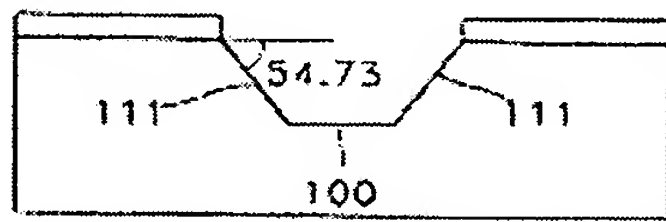
도면7d



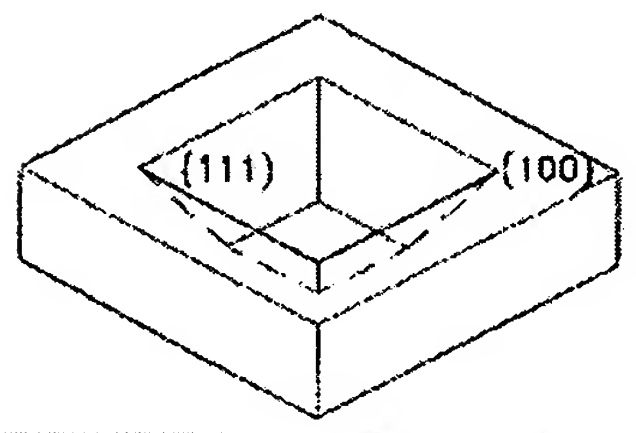
도면8a



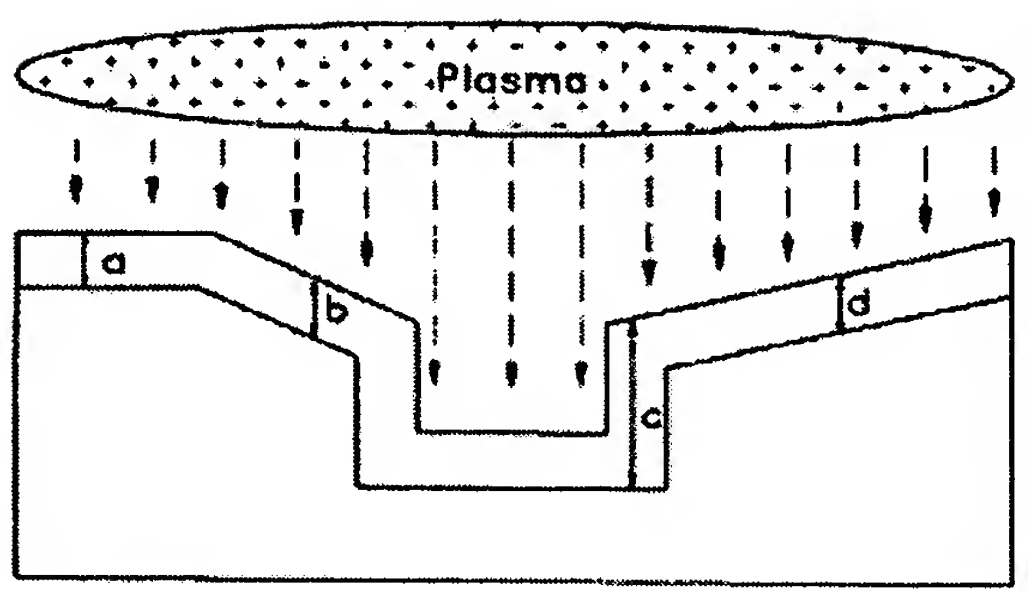
도면8b



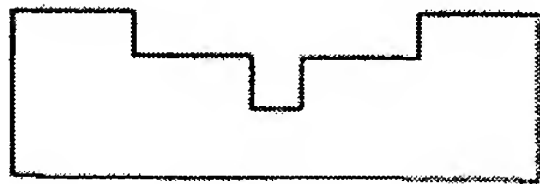
도면8c



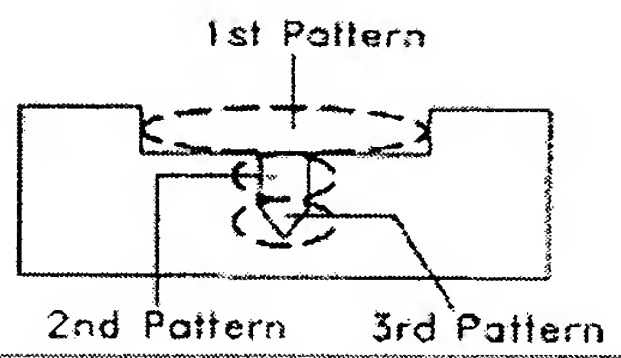
도 10



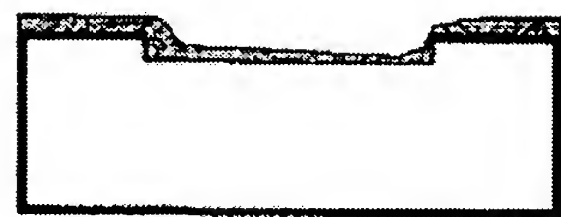
도 10a



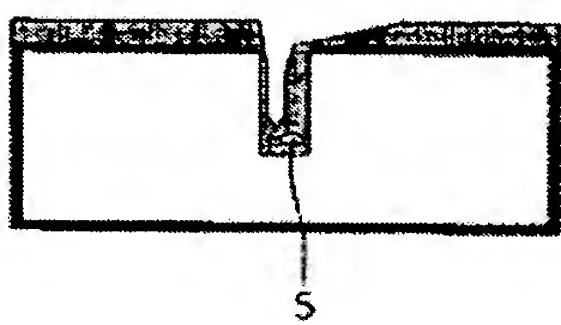
도 10b



도 10c



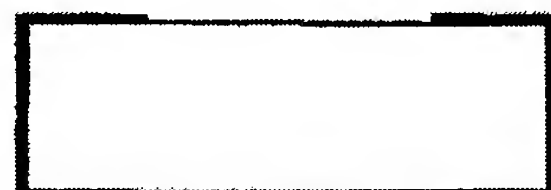
도 10d



도 10e



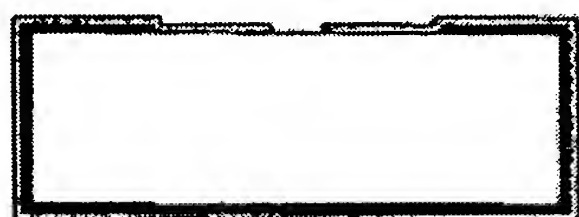
도면 10f



도면 10g



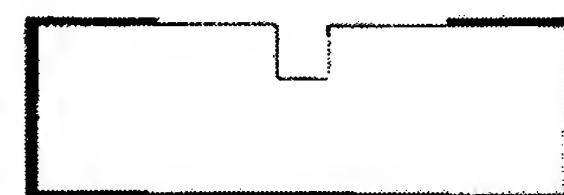
도면 10h



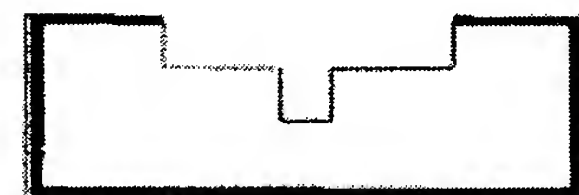
도면 10i



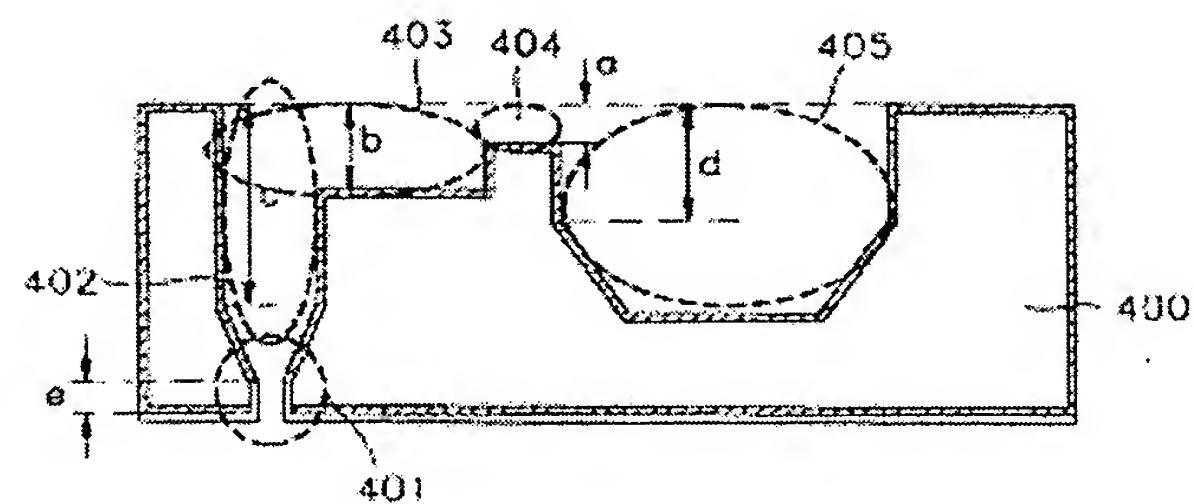
도면 10j



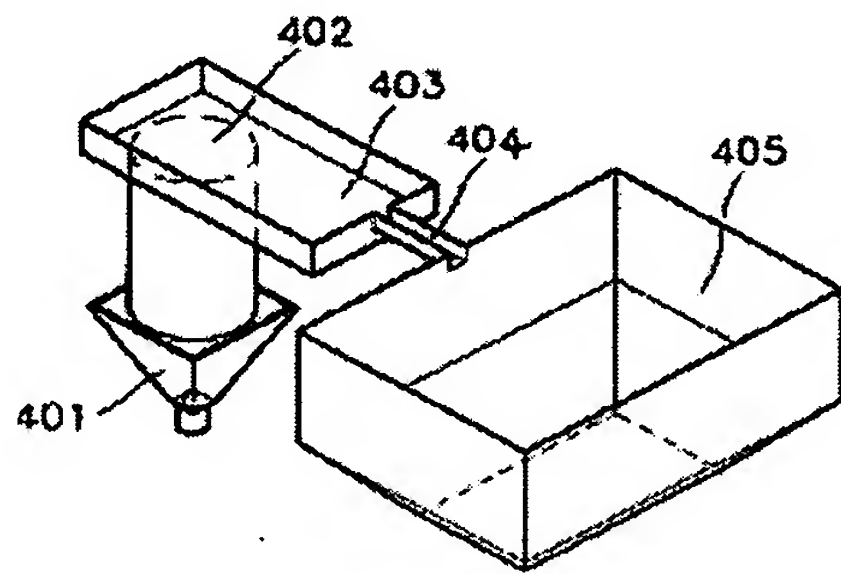
도면 10k



도면 11



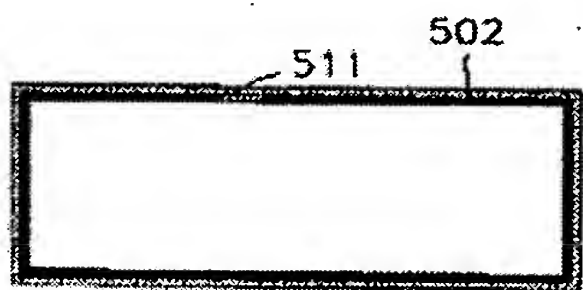
도면 12



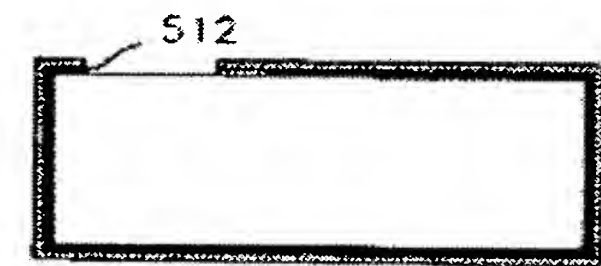
도면 13a



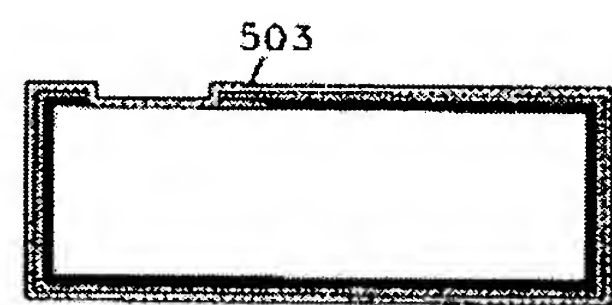
도면 13b



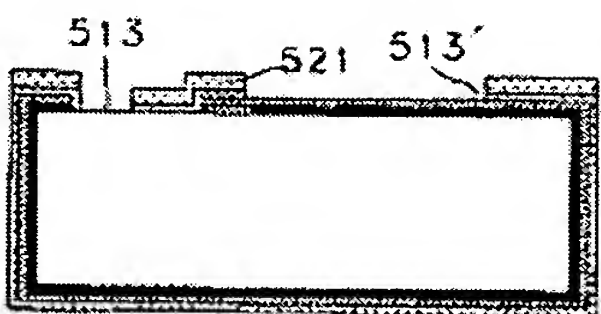
도면 13c



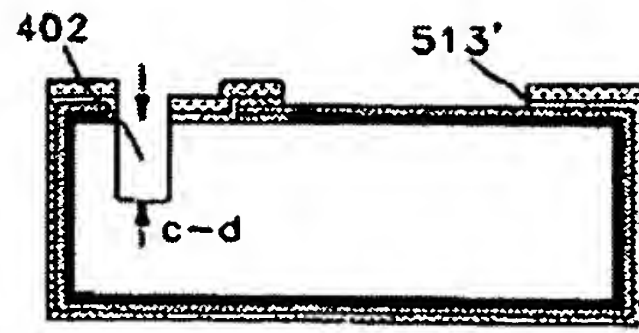
도면 13d



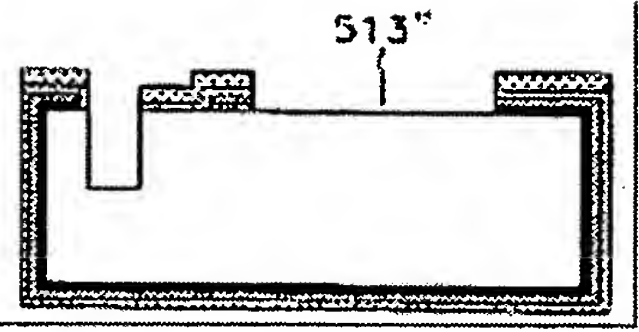
도면 13e



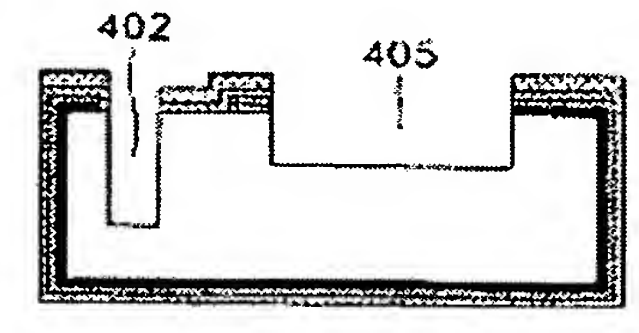
도면 13f



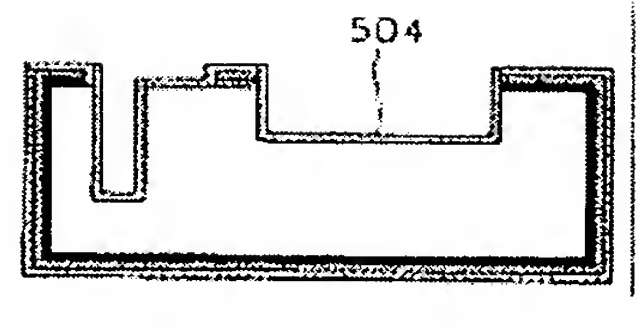
도면 13g



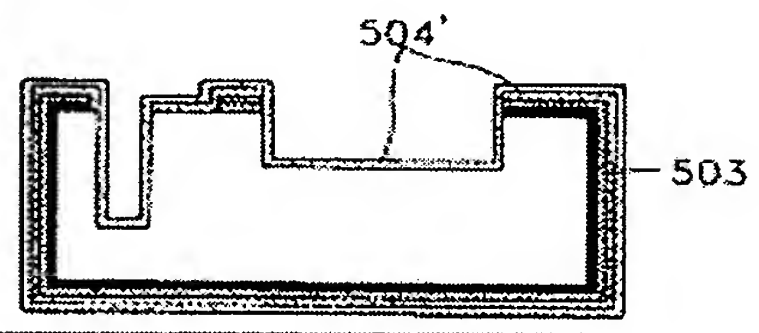
도면 13h



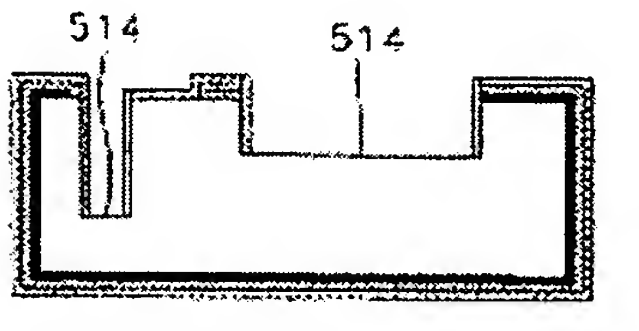
도면 13i



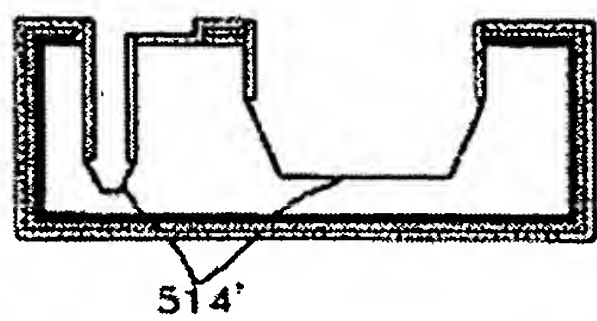
도면 13ja



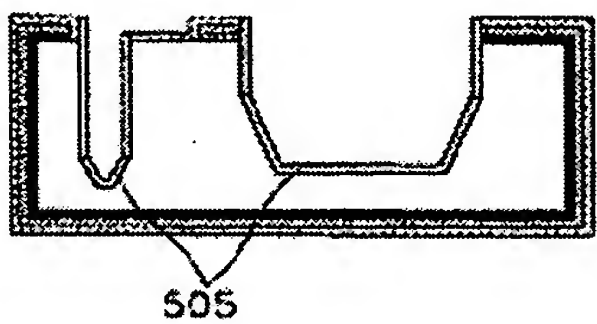
도면 13j



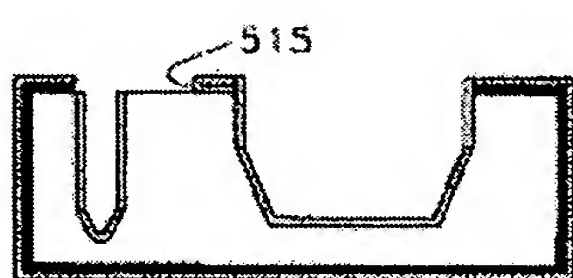
도면 13k



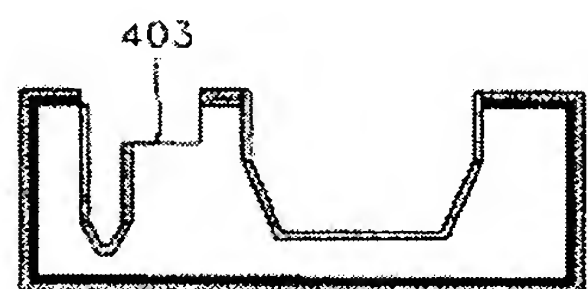
도면 13l



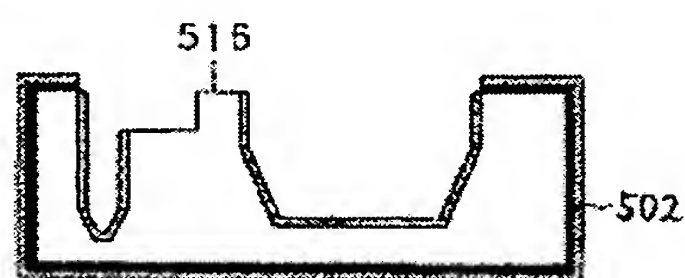
도면 13m



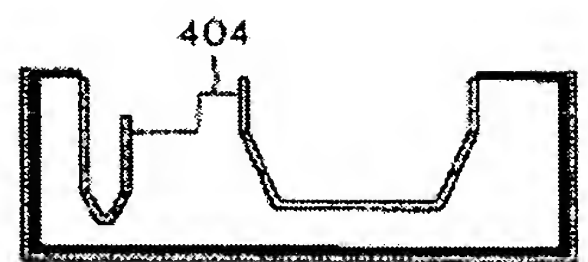
도면 13n



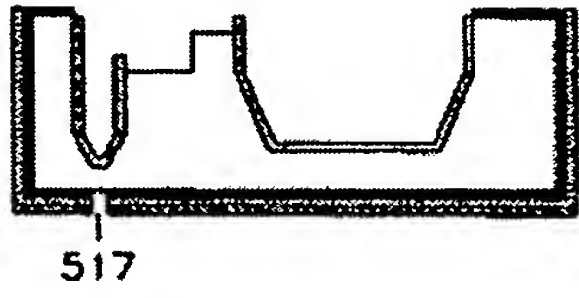
도면 13o



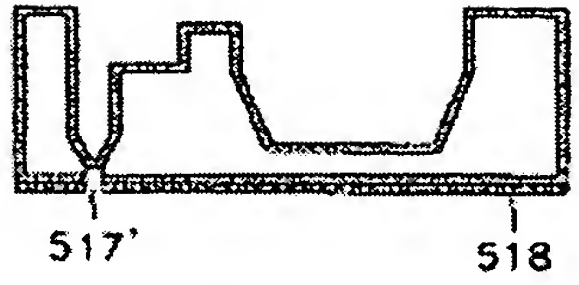
도면 13p



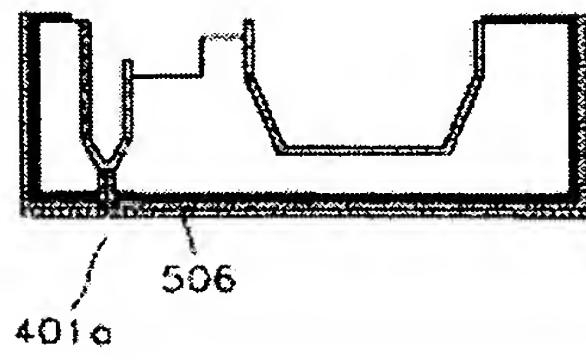
도면 13g



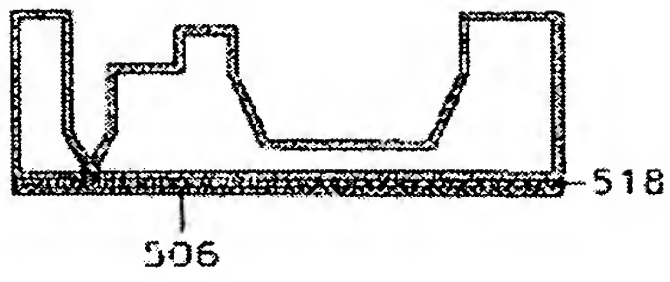
도면 13ga



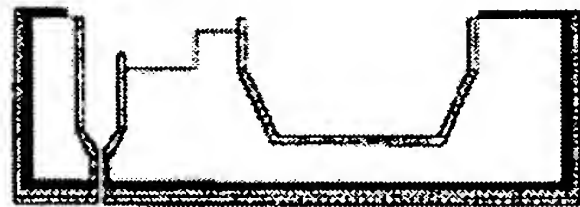
도면 13r



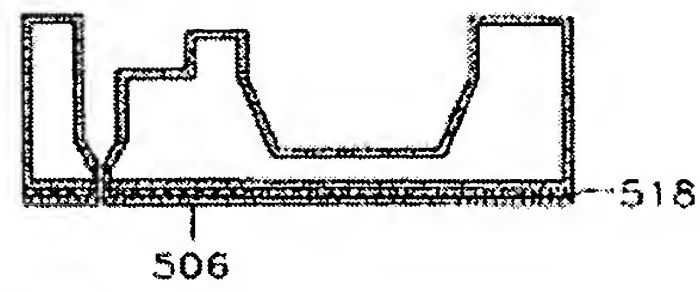
도면 13ra



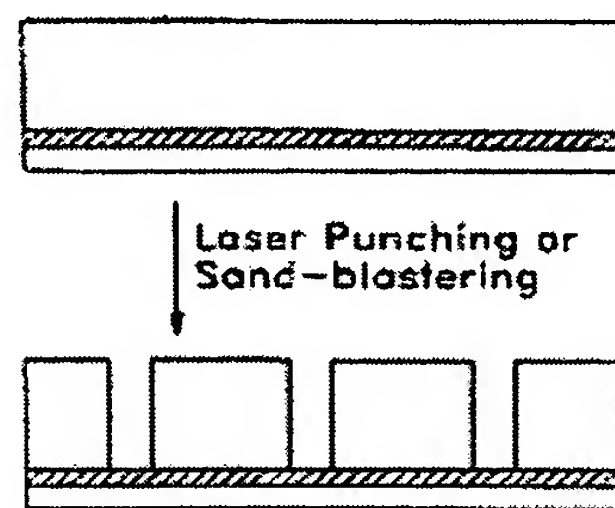
도면 13b



도면 13ba



도면 4a



도면 4b

